

2009~2018 年耕地占补平衡政策对湖南省湿地变化的影响机制与特征研究¹

袁承程^{1,3} 魏雪^{1,3} 王林林^{1,3} 刘黎明^{1,3} 张定祥^{2*}

(1. 中国农业大学土地科学与技术学院, 北京 100193;

2. 中国国土勘测规划院, 北京 100035;

3. 中国农业大学土地利用与管理研究中心, 北京 100193)

【摘要】: 耕地占补平衡政策对于我国稳定耕地面积, 保障粮食安全具有重要作用, 但是在政策执行过程中, 占水田补旱地、破坏生态等异化行为较普遍, 如何协调好耕地保护与湿地生态环境之间的关系是当前亟需解决的热点问题。本研究通过探讨耕地占补平衡政策对湿地变化的影响机制, 应用转移矩阵、空间分析以及景观开发强度指数等方法, 分析了耕地保护政策下湖南省湿地数量的时空变化, 研究了该政策对湿地生态质量的影响, 研究结果有: (1) 2009 ~ 2018 年水田被建设占用是湖南省湿地面积减少的主要原因之一, 2014~2018 年水田占补平衡政策虽然有效控制了湖南省湿地面积的减少速率, 但也提高了自然湿地转为水田的比率。(2) 从空间上分析, 由于城市建设占用人工湿地(水田)的原因, 长沙市、湘潭市、常德市等经济发达的市区是湖南湿地减少较多的区域, 而洞庭湖周边地区则是自然湿地减少较大的区域。(3) 2009 ~ 2018 年来湖南省湿地受到人类活动干扰程度越来越大, 其生态质量呈现持续下降的趋势。研究认为将来需要继续科学、系统地执行耕地占补平衡政策, 在严格管控建设用地占用水田的同时, 既要加强优质水田的补充, 也要注重自然湿地的保护。研究成果可以为将来进一步完善耕地保护政策提供支撑。

【关键词】: 耕地保护; 耕地占补平衡; 湿地变化; 湖南

【中图分类号】: F323. 211 **【文献标识码】**: A **【文章编号】**: 1004- 8227(2022)12- 2642- 11

【DOI】: 10. 11870 / cjlyzyyhj202212008

近年来随着城市化和工业化的持续推进, 大量耕地因非农建设占用而流失, 严重威胁国家粮食安全和生态安全^[1,2]。为了实现耕地面积的动态稳定, 中央于 1997 年首次提出耕地占补平衡^[3], 并在此后不断加强和完善该政策。耕地占补平衡政策对于守住耕地资源底线、保障国家粮食安全具有重要意义。但在该政策执行过程中地方政府占多补少、占优补劣、占水田补旱地、破坏生态等异化行为仍较普遍^[4], 为此, 2014 年初在全国国土资源工作会议上又提出“占水田补水田”的政策, 即水田占补平衡政策。

¹ **【收稿日期】**: 2021- 12- 30; **【修回日期】**: 2022- 03- 07

【基金项目】: 国家自然科学基金项目(42001224) ; 中央高校基本科研业务费项目(2021TC072)

【作者简介】: 袁承程(1987 ~), 男, 讲师, 主要研究方向为土地利用系统调查与设计。E- mail: ycc@cau. edu. cn

* 通讯作者 E- mail: dingxiang_zhang@163. com

耕地占补平衡是中国耕地保护制度的重要一环,自其概念提出以来,就一直受到国内学者的关注。学者们从中国耕地占补平衡的政策演进^[3,5,6]、政策效果^[7,8,9,10,11,12]、存在的问题以及改进对策^[13,14,15,16]等诸多方面开展了系统研究,取得了丰硕成果。

湿地作为自然界中公认的生产力最高的生态系统^[17,18],与人类的生存、繁衍、发展息息相关。众多学者围绕湿地遥感制图^[19,20]、湿地变化驱动机制^[21,22]以及湿地变化生态效应^[23,24]等开展了大量研究。目前,有研究认为湿地被建设占用和被开垦为耕地已成为中国湿地退化的重要原因^[18,25]。例如,胡盼盼等研究表明2000~2015年珠三角97%的湿地因建设侵占而损失,11%的湿地因被开垦为水田而损失^[22]。由于水田既是耕地的重要组成部分,又是一种重要的湿地类型^[26],耕地占补平衡,尤其是2014年开始实施的水田占补平衡政策,必然会对区域湿地数量与质量产生重要影响。但是,国内鲜有研究从耕地保护政策视角分析耕地与湿地相互转换关系,探讨耕地占补平衡政策对区域湿地数量与湿地质量的影响。因此,本研究尝试通过构建耕地占补平衡政策对湿地变化的影响框架,分析耕地占补平衡政策对湿地数量和质量的时空变化特征影响,为将来协调城市发展、耕地保护与生态文明三者之间的关系提供参考。

1 研究概况与数据来源

1.1 研究区概况

湖南省地处108°47'E~114°15'E、24°38'N~30°08'N,共辖14个地级行政区、122个县级行政区,总面积21.18万km²。湖南省地形复杂,东西南三面环山,中部丘陵起伏,北部为低缓平原,整体地貌呈现西高东低,南高北低,以洞庭湖为开口的马蹄形特征。湖南省属于亚热带湿润气候,雨热充足,年均降水量1345.6mm。湖南省水资源丰富,河网密布,既是我国重要的农业省,承担着国家和区域粮食生产的重任,同时也是我国湿地资源较为丰富的地区。根据2019年第三次全国国土调查数据,湖南全省耕地362.89万hm²,其中,水田302.52万hm²,占比83.36%;旱地60.24万hm²,占比16.60%;水浇地0.13万hm²,占比0.04%^[27]。2019年湖南省湿地面积(除水田外)达102.00万hm²,湿地保护率达75.73%,位居全国前列^[28]。2019年湖南省常住人口城镇化率达57.22%,处于城镇化快速发展阶段。在城镇化建设过程中,如何协调经济发展、耕地保护与湿地保护三者之间的关系,是当前湖南面临的突出问题。因此,以湖南省为案例研究区,研究耕地占补平衡政策对湖南省湿地变化的影响具有重要意义。

1.2 数据来源与处理

本研究所用的数据由中国国土勘测规划院数据中心提供,包括2009、2013和2018年30m×30m的土地利用现状调查栅格数据产品,数据采用高斯投影,6度分带。为了详细分析耕地与湿地的时空变化,利用ArcGIS软件中的空间分析工具,从土地利用现状数据中提取了水田、水浇地、旱地、坑塘水面、河流、湖泊、水库、沟渠等土地利用类型数据,并将城市建设用地、交通用地、公共服务设施用地等地类合并为城乡建设用地,而将园地、林地、草地以及其他非湿地类型合并为其他土地。因湖南省水浇地很少,为了分析方便将水浇地并入旱地。此外,依据湿地分类标准(GB/T 24708-2009),湿地分为自然湿地和人工湿地。由于土地利用现状分类(GB/T 21010-2007)与湿地分类(GB/T 24708-2009)未完全一一对应,同时考虑到第二次全国土地利用现状调查中并未区分湿地类型,因此本研究将河流、湖泊、水库、坑塘水面、沟渠、内陆滩涂均归为自然湿地,而仅将水田作为人工湿地。

2 研究思路与方法

2.1 耕地占补平衡政策对湿地变化的影响机制分析

耕地占补平衡政策是指非农建设占用了多少耕地,相关单位就应补充多少数量与质量相当的耕地的制度^[29,30]。由于水田既是耕地的重要组成部分,又是一种重要的人工湿地类型^[26],水田重要的经济价值和生态功能逐渐受到重视。中央政府于2014年改进了耕地占补平衡政策,将“占水田补水田”的水田占补平衡政策纳入了该政策,进一步细化了耕地占补平衡政策的要求。从

政策内涵分析, 耕地占补平衡政策既包括非农建设占用耕地的管控内容, 又包含耕地补充的要求。基于此, 本研究构建了耕地占补平衡政策对于湿地变化的影响框架, 如图 1。耕地占补平衡政策不仅影响湿地数量, 也影响湿地质量, 其影响路径主要包括非农建设占用耕地与耕地补充。前者途径主要包括两个方面: 一方面, 由于非农建设占用水田, 水田转为建设用地直接导致区域内人工湿地总面积缩减; 另一方面, 由于非农建设占用大量旱地和水浇地, 地方政府为了耕地总量平衡, 基于经济成本和区域自然禀赋考虑, 有将自然湿地转为耕地的意愿。而耕地补充对湿地影响的途径如下: 一是自然湿地转旱地。为了实现耕地占补平衡, 地方通过开垦河流、湖泊、滩涂和沟渠等自然湿地, 并将其转为旱地来补充因非农建设占用减少的耕地面积。这将造成自然湿地面积减少, 从而导致区域湿地总体生态质量降低。二是建设用地等土地转人工湿地。为了实现耕地(水田)占补平衡, 通过将建设用地以及林地、草地等其他土地转为水田, 从而会增加人工湿地面积。三是自然湿地转人工湿地。为了实现耕地(水田)占补平衡, 将自然湿地转化为水田。虽然湿地总面积并未变化, 但是因自然湿地面积的减少, 总体来说湿地质量也会降低。四是旱地转人工湿地。为了实现水田占补平衡, 地方通过“旱改水”工程将旱地改造为水田, 从而也会增加人工湿地面积。

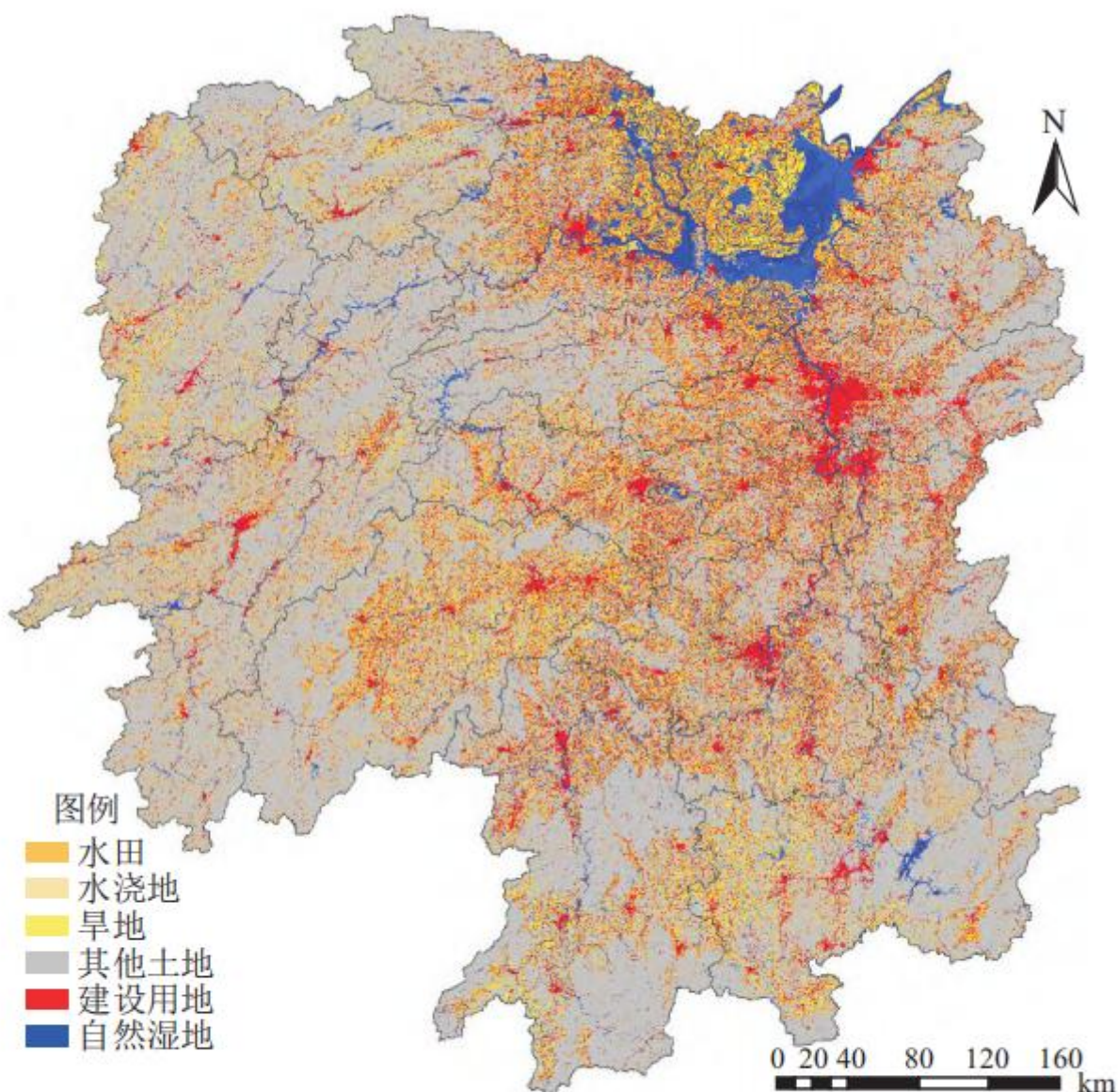


图 1 2018 年湖南省土地利用现状

Fig. 1 Land use status map of Hunan Province in 2018

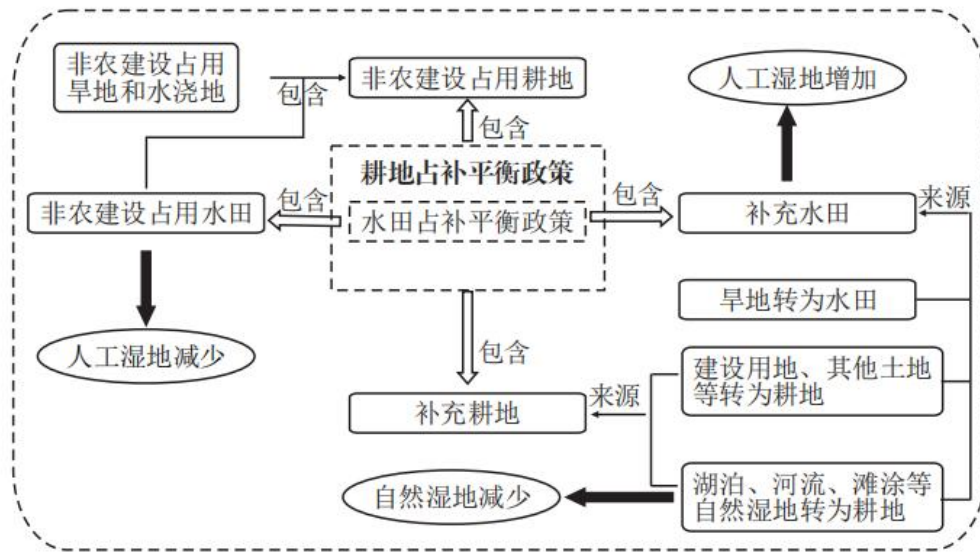


图 2 耕地占补平衡政策对湿地变化影响机制的框架

Fig. 2 Framework for impact mechanism of cultivated land requisition-compensation balance policy on wetlands change

2.2 研究方法

2.2.1 转移矩阵法

利用马尔科夫模型构造研究区土地利用类型转移矩阵，不仅可以反映研究期初与期末的土地利用类型结构，还可全面具体地刻画区域土地利用类型变化的结构、特征与各用地类型变化的方向。其数据表达式为：

$$\begin{bmatrix} P_{11} & \cdots & P_{1j} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ P_{i1} & \cdots & P_{ij} \end{bmatrix} \quad (1)$$

式中：P 代表各土地类型的面积；t₀、t₁ 分别代表研究期初与期末的土地利用类型，本研究包括 2 个研究段，分别为 2009~2013、2014~2018 年。经过数据归并之后，只保留了 9 种土地利用类型，因此 i、j 仅在 1 至 9 间取值，分别代表水田、旱地、河流、湖泊、坑塘水面、内陆滩涂、沟渠、其他土地以及建设用地。P_{ij} 为第 i 类土地利用类型转化为第 j 类土地利用类型的面积。例如，p₁₂ 代表 t₀ 时的水田转为了 t₁ 时的旱地；同样，P₂₁ 则是 t₀ 时的旱地转为了 t₁ 时的水田。

在转移矩阵的基础之上，构建了湿地变化的计算公式，如表 1。

2.2.2 耕地与湿地的占补平衡指数

为了描述耕地占补平衡与湿地数量变化之间的关系，本研究构建了耕地占补平衡指数和湿地数量平衡指数。耕地占补平衡指数是表征研究时段内耕地占补平衡数量差异状况，计算公式如下：

$$I = \frac{Area_s}{Area_{to}} \times 100\% \quad (2)$$

式中：I 为耕地占补平衡指数；Areas、Areato 分别为研究时段内耕地补充面积和耕地占用面积。如 $I \geq 1$ ，则研究区实现了耕地占补平衡；反之，则未实现。

同样，湿地数量平衡指数是表征研究时段内因耕地占补平衡政策导致的湿地增加与减少数量差异状况。计算公式如下：

$$K = \frac{Area_w}{Area_z} \times 100\% \quad (3)$$

表1 耕地占补平衡政策下湖南省湿地变化计算公式表

序号	湿地转移类型	计算公式
(1)	人工湿地减少 Y1	水田转建设用地 (P19)+水田转旱地 (P12)+水田转其他土地 (P18)
(2)	人工湿地增加 Y2	旱地转水田 (P21)+自然湿地转水田 (P31+P41+P51+P61+P71)+其他土地转水田 (P81)+建设用地转水田 (P91)
(3)	人工湿地净变化 Y3	人工湿地减少 (Y1)-人工湿地增加 (Y2)
(4)	自然湿地减少 Y4	自然湿地转水田 (P31+P41+P51+P61+P71)+自然湿地转旱地 (P32+P42+P52+P62+P72)+自然湿地转建设用地 (P39+P49+P59+P69+P79)+自然湿地转其他土地 (P38+P48+P58+P68+P78)
(5)	自然湿地增加 Y5	水田转自然湿地 (P13)+旱地转自然湿地 (P14+P15+P16+P17)+其他土地转自然湿地 (P18)+建设用地转自然湿地 (P19)
(6)	自然湿地净变化 Y6	自然湿地减少 (Y4)-自然湿地增加 (Y5)
(7)	湿地总变化 Y7	人工湿地净变化 (Y3)+自然湿地净变化 (Y4)
	耕地占补平衡政策下	水田转建设用地 (P19)+自然湿地转旱地 (P32+P42+P52+P62+P72)

(8)	湿地减少 Y8	
(9)	耕地占补平衡政策下 湿地增加 Y9	旱地转水田 (P21)+其他土地转水田 (P81)+建设用地转水田 (P91)

表 2 耕地占补平衡与湿地数量变化关系的区域类型表

区域类型	耕地占补平衡指数	湿地数量平衡指数	备注
类型 I	$I \geq 1$	$K \geq 1$	耕地占补平衡, 湿地增加与减少也达到平衡
类型 II	$I \geq 1$	$K < 1$	耕地占补平衡, 但湿地增加和减少未达到平衡
类型 III	$I < 1$	$K < 1$	耕地未占补平衡, 湿地增加和减少也未达到平衡
类型 IV	$I < 1$	$K \geq 1$	湿地增加和减少达到平衡, 但是耕地未占补平衡

式中: K 为湿地数量平衡指数; $Area_w$ 、 $Area_z$ 分别为研究时段内耕地占补平衡政策下湿地增加面积与湿地减少面积。若 $K \geq 1$, 则研究区实现了湿地增加与减少的数量平衡; 反之, 则未实现。

2.2.3 景观开发强度指数方法

景观开发强度指数方法 (Landscape Development Intensity Index, LDI) 是由 Brown 等 [31] 提出, 该方法认为人类活动对自然环境的干扰反映在其对自然生态系统人为的能量输入上, 对一种土地利用类型输入的能量越大, 表示人类活动对生态系统健康干扰越大, 生态系统健康程度越低。它是将单位面积上的能量转化为一种类型的能量 (太阳能) 来测算不同程度的人为能量输入。由于 LDI 方法比较简单易行, 目前该方法在美国广泛地应用于评价湿地质量。LDI 方法计算公式如下:

$$LDI_{total} = \sum \% LU_i \times LDI_i \quad (4)$$

式中: LDI_{total} 指研究区总体 LDI 值; $\%LU_i$ 是第 i 种土地利用类型的面积占土地总面积的百分比; LDI_i 是第 i 种土地利用类型 LDI 系数。若湿地处于完全自然状态且不受任何人为影响, 则该湿地 LDI 值为 1; 若湿地已完全被人类开发, 则 LDI 值为 10。景观 LDI 值越大, 表明人类干扰程度越强, 生态系统越不健康。在参考 Brown [28] 开发的各种景观类型 LDI 系数的基础上, 结合我国现有研究文献 [32, 33], 按照影响程度从低到高, 确定河流、湖泊和内陆滩涂湿地 LDI 指数为 1; 坑塘和沟渠湿地 LDI 指数为 1.58, 水田 LDI 指数为 2.77, 旱地 LDI 指数为 4.54, 其他土地 LDI 指数为 3.68, 而建设用地 LDI 指数为 6.00。需要说明的是, 为了只分析耕地占补平衡对湿地质量的变化, 本研究假定其他与耕地占补平衡无关的非湿地类型不发生转换。

3 结果与分析

3.1 耕地占补平衡政策对湖南省湿地数量变化特征分析

从表 3 可知, 2009~2013 年湖南湿地净减少了 35 262.96 hm^2 , 其中, 自然湿地净减少 10 619.71 hm^2 , 人工湿地面积 (水田)

净减少 24 643.25 hm²。在自然湿地净减少中,有 4 798.00 hm² 的自然湿地转为了耕地,用来补充被建设占用的耕地,占自然湿地减少面积的 40.37%;6 691.44 hm² 的自然湿地转建设用地,占自然湿地减少面积的 56.31%。人工湿地面积共减少 30 959.08 hm²,其中水田被建设占用是人工湿地减少的主要原因,占人工湿地面积减少总面积的 93.96%。与此同时,通过将旱地、建设用地、其他土地以及自然湿地转为水田的途径,新补充了 6 315.84 hm² 人工湿地,其中有 3 541.53 hm² 自然湿地转为了水田。在 2009~2013 年因耕地占补平衡政策导致湖南净减少 27 571.72 hm² 的湿地,占湖南省湿地净减少总面积的 78.19%。说明该阶段因耕地占补平衡政策并未严格管控水田被建设占用,这成为了湖南省湿地面积减少的主要原因。

表 3 耕地占补平衡政策背景下湖南省湿地数量变化表(单位: hm²)

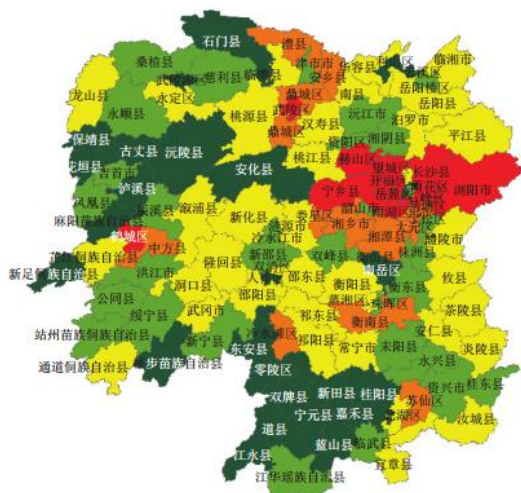
湿地变化类型	转换途径	2009~2013 年	2014~2018 年	变化幅度
人工湿地减少	水田转建设用地	29 089.55	22 572.33	6 517.22
	水田转旱地	846.24	159.05	687.19
	水田转其他土地	1 023.29	2 445.49	-1 422.20
	小计	30 959.08	25 176.87	5 782.21
人工湿地增加	旱地转水田	160.16	7 045.27	-6 885.11
	自然湿地转水田	3 541.53	3 901.54	-360.01
	其他土地转水田	2 407.53	6 067.66	-3 660.14
	建设用地转水田	206.61	1 353.90	-1 147.29
	小计	6 315.84	18 368.38	-12 052.54
人工湿地净变化	24 643.25	6 808.50	17 834.75	
自然湿地减少	自然湿地转水田	3 541.53	3 901.54	-360.01
	自然湿地转旱地	1 256.47	1 397.78	-141.31
	自然湿地转建设	6 691.44	4 526.34	2 165.09
	自然湿地转其他土地	394.54	436.70	-42.16
	小计	11 883.98	10 262.36	1 621.61
自然湿地增加	水田转自然湿地	424.88	611.35	-186.47
	旱地转自然湿地	44.39	70.96	-26.57

	其他土地转自然湿地	664.57	257.51	407.05
	建设用地转自然湿地	130.43	103.69	26.74
	小计	1 264.26	1 043.51	220.75
自然湿地净变化		10 619.71	9 218.85	1 400.86
湿地减少		42 843.06	35 439.24	7 403.82
湿地增加		7 580.10	19 411.89	-11 831.79
湿地净变化		35 262.96	16 027.35	19 235.61

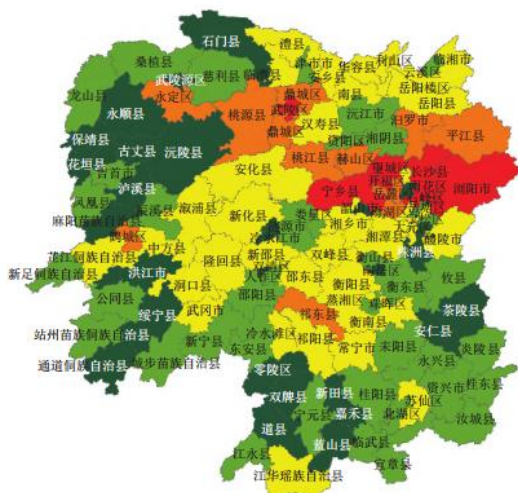
2014~2018年,湖南省湿地总面积净减少了16 027.35 hm²,其中,自然湿地面积净减少9 218.85 hm²,人工湿地面积净减少6 808.50 hm²。在自然湿地净面积减少中,有5 299.32 hm²的自然湿地转为了耕地,占总自然湿地面积净减少的57.48%,比2009~2013年增加了12.30%。与2009~2013年相比,2014~2018年湖南省湿地总面积净减少的规模有所缩小,仅为前阶段的46.62%。2014~2018年,因水田被建设占用和自然湿地被开垦为旱地的原因,造成湿地面积共减少23 970.11 hm²;与此同时,通过将旱地、建设用地以及其他土地转为水田的原因,新增加14 466.84 hm²湿地。因此,由于耕地占补平衡政策的原因,2014~2018年湖南净减少9 503.27 hm²的湿地,占湖南省湿地净减少总面积的59.29%,与2009~2013年的78.19%相比,缩小了18.90%。2014~2018年自然湿地净减少的规模占湿地净减少的57.52%,而2009~2013年该值仅为30.12%。综合分析可知,水田占补平衡政策有效控制了湖南省湿地面积的减少规模,但提高了自然湿地转为耕地的比率,说明该阶段地方政府片面执行了水田占补平衡政策,忽视了自然湿地的保护。

3.2 耕地占补平衡政策对湖南省湿地空间变化的特征分析

从空间分析来看,2009~2013年长沙县、浏阳市、岳麓区、望城区、宁乡县、鹤城区、雨湖区、武陵区等9个县(市、区)因建设占用或自然湿地开垦导致湿地减少总面积较大,均超过了600.17 hm²(如图3),其中,长沙县湿地减少总面积最大,为18 074.48 hm²;而2014~2018年,长沙县、望城区、浏阳市、宁乡县、武陵区等5个地区湿地减少总面积较大,其中,长沙县湿地减少总面积最大,为11 805.30 hm²。这些区域主要位于长沙市、湘潭市、常德市等发达的市区内,其主要原因是由于城市建设占用人工湿地(水田)。与2009~2013年相比,湿地减少总面积超过600.17 hm²的县(市、区)减少了4个,其中长沙县湿地减少的总面积比2009~2013年降低了6 269.18 hm²。这说明水田占补平衡政策在一定程度上控制了城市建设占用人工湿地(水田)的规模。



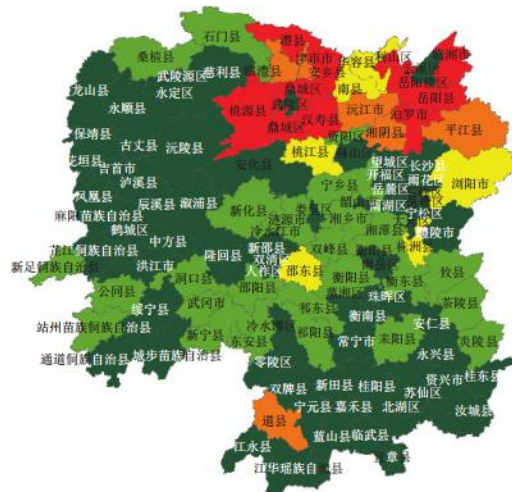
(a)2009~2013年



(b)2014~2018年



(c)2009~2013年



(d)2014~2018年

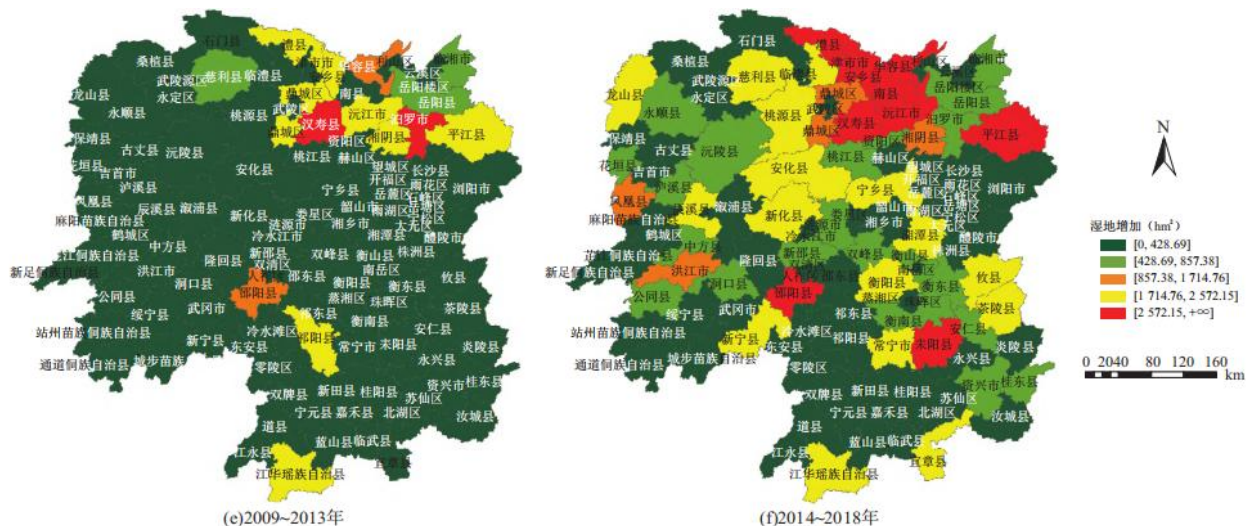


图 3 2009~2018 年耕地占补平衡政策下湖南省县域湿地空间变化
 Fig. 3 Spatial change map of wetlands at county level under cultivated land requisition-compensation balance policy in Hunan Province from 2009 to 2018

2009~2013 年安乡县、澧县、岳阳县、湘潭县、华容县、沅江市等 6 个地区自然湿地减少的面积超过 428.69 hm², 其中安乡县自然湿地减少的面积最大, 为 3 393.52 hm²。而 2013~2018 年, 安乡县、岳阳县、鼎城区、汨罗市、汉寿县、临湘市、澧县、桃源县、君山区等 9 个地区自然湿地减少面积超过 428.69 hm², 比 2009~2013 年增加了 3 个区县, 并且安乡县自然湿地减少的面积仍然最大, 为 2 690.46 hm²。从图 3 也可知, 这些区域主要位于湖南洞庭湖区, 表明水田占补政策的实施, 促进了洞庭湖周边的自然湿地转为水田。

与 2009~2013 年相比, 2014~2018 年湖南省各县(市、区)湿地增加面积均有一定的提升, 其中华容、汉寿、津市、南县、澧县、平江等地湿地面积增加明显, 增加幅度均超过 300 hm², 尤其是华容县和汉寿县, 分别增加了 3 815.26、1 252.55 hm²。通过分析发现, 主要是因为在此阶段这些区域开展了大量的旱改水工程, 增加了大量的水田面积。

3.3 湖南省耕地占补平衡与湿地变化的关系分析

从图 4 中可知, 2009~2013 年湖南省有 47 个县级行政区为类型 III(具体含义见表 2), 占湖南省县级行政单元个数的 38.52%。这些区域主要位于长沙、株洲、湘潭、衡阳、邵阳、岳阳、常德、郴州等市辖区内, 由于城市建设需要占用大量的水田, 使得耕地占补与湿地占补均未达到平衡。70 个县级行政区为类型 II, 占湖南省县级行政单元个数的 57.38%。此外, 邵阳县、汨罗市、汉寿县、沅江市、江华瑶族自治县等 5 个县级行政区为类型 I, 占湖南省县级行政单元个数的 4.10%, 其中有 3 个是位于湖南洞庭湖区的, 其原因是地方政府为了补充因建设占用的耕地数量, 将洞庭湖周边区域的大量自然湿地转为了水田。2014~2018 年湖南省有 44 个县级行政区为类型 III, 占湖南省县级行政单元个数的 36.07%; 59 个县级行政区为类型 II, 占湖南省县级行政单元个数的 48.36%; 19 个县级行政区为类型 I, 占湖南省县级行政单元个数的 15.57%。与 2009~2013 年相比, 类型 I 的县级行政区增加了 14 个, 而其他两种类型均有所减少。这说明 2014 年实行的水田占补平衡政策, 在数量上有助于维持区域湿地面积的稳定。

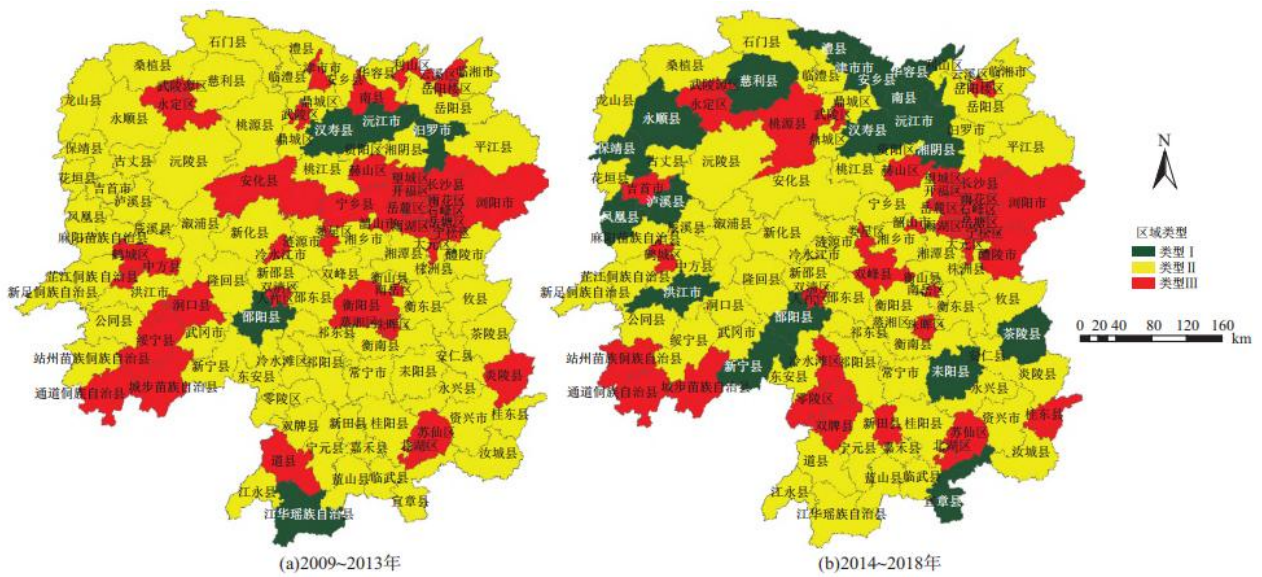


图 4 湖南省耕地占补平衡与湿地数量变化关系

Fig. 4 Relationship between cultivated land requisition-compensation balance and wetlands balance in Hunan Province

3.4 耕地占补平衡政策对湖南省湿地质量变化研究

依据湿地景观强度指数分析方法,其结果如表 4。由于耕地占补平衡政策的实施,湖南省 2009、2013 和 2018 年 LDI 指数分别为 3.546、3.559 和 3.564,呈现一种持续增加的趋势。这说明湖南省湿地受到人类活动干扰程度越来越大,其质量呈现持续下降的趋势。与 2009~2013 年相比,2014~2018 年 LDI 指数变化的幅度有所减少。2009~2013 年 LDI 指数变化的幅度增加了 0.013 2;而 2014~2018 年间 LDI 指数变化幅度为 0.004 5,比 2009~2013 年间 LDI 指数缩小了 0.008 7,说明 2013 年至 2018 年,湿地质量受人类干扰强度有减缓趋势。主要原因是水田占补平衡政策的实施,一方面,限制了城市建设大量占用水田,延缓了水田被占用的速率;另一方面,通过“旱改水”工程和将建设用地与其他土地开发或复垦为水田,补充了大量的水田。

表 4 湖南省耕地占补平衡政策对湿地景观强度指数变化表

土地类型	LDI 指数	2009 年		2013 年		2018 年	
		地类比例	LDI 值	地类比例	LDI 值	地类比例	LDI 值
水田	2.77	0.178 0	0.492 9	0.176 8	0.489 7	0.176 4	0.488 7
旱地	4.54	0.045 1	0.204 6	0.046 9	0.213 1	0.048 1	0.218 7
河流湿地	1.00	0.017 7	0.017 7	0.017 7	0.017 7	0.017 7	0.017 7
湖泊湿地	1.00	0.014 1	0.014 1	0.014 1	0.014 1	0.014 1	0.014 1
坑塘湿地	1.58	0.020 1	0.031 7	0.019 7	0.031 1	0.019 6	0.031 0
内陆滩涂	1.00	0.010 0	0.010 0	0.009 9	0.009 9	0.009 8	0.009 8

沟渠湿地	1.58	0.001 6	0.002 5	0.001 5	0.002 4	0.001 5	0.002 4
其他土地	3.68	0.650 1	2.392 5	0.645 9	2.377 0	0.644 1	2.370 4
建设用地	6.00	0.063 4	0.380 2	0.067 4	0.404 5	0.068 6	0.411 5
总和	-	1.00	3.546 3	1.00	3.559 5	1.00	3.564 0

4 讨论与结论

4.1 讨论

耕地占补平衡政策实施至今，在确保耕地红线和规范建设用地有序扩张方面取得较大的成效。但是，由于地方政府作为耕地的直接管理方，在以经济发展为导向的目标考核驱使下，其与中央政府之间对耕地保护的认知和动机有着非常大的差异，再加上过去对湿地保护的重要性认识不够，导致该政策在实施过程中产生了偏离，形式上虽然与政策要求一致，但在实质上却与政策的目标相去甚远。不仅有占优补劣，占水田补旱地等问题，导致耕地质量不断下降，而且存在占用自然湿地等破坏其他生态用地的现象。

2014年开始，为了解决耕地占补平衡实施过程中占优补劣的问题，国家又提出了水田占补平衡政策，强调要通过“占水田补水田，补改结合”的方式，进一步稳定水田面积。从数量上分析，水田占补平衡政策有效控制了建设占用水田的规模，加大了其他土地转为水田的力度，稳定了人工湿地的面积，对于湿地保护具有重要的积极作用。但是，通过水田来源途径分析，以下问题亟需加强关注：首先，由于将自然湿地转为水田的成本较低，改造后的水田质量较高，自然湿地容易成为补充水田的主要来源。尽管随着生态文明建设的持续推进，国家已经将内陆滩涂、湖泊和河流等自然湿地作为生态保护的重要对象，将来自然湿地被开垦为耕地的可能性甚微。但是山水林田湖草沙作为一个生命共同体，地方政府需要统筹考虑耕地保护与自然湿地保护，加强自然湿地的监管，避免地方通过变通的方法将自然湿地开垦为水田。其次，由于未被纳入湿地保护范围，坑塘水面湿地容易继续成为将来水田补充的重要来源。坑塘水面往往属于小微湿地，在维持关键物种种群、提供生物迁移踏脚石、调节雨洪、改善水质，以及营造城乡优美景观等方面提供的生态系统服务着重要作用[34]，如何合理控制这类坑塘水面转为水田的规模、速度和分布是将来值得继续研究的。再次，“旱改水”工程已经成为了水田补充的重要来源，而且也是将来最科学、最可行的途径。从全国层面来看，大面积的旱改水，必然会影响到水资源的重新分配，导致对水资源需求的增加；在水平衡的前提下，供给湿地的水源就会减少，湿地必然因缺水而退化和萎缩，在水资源短缺的北方和西北地区尤为严重。因此，将来在实施旱改水工程中，还需要注重从水资源匹配方面，加强工程的环境影响评价，避免影响自然湿地的质量。

本研究应用了土地利用转移矩阵和空间分析方法，探讨了耕地占补平衡政策对湖南省湿地变化的影响。但是，需要说明的是，由于受数据的影响，坑塘水面、沟渠无法区分是人工的还是自然的，为了分析方便全部归为自然湿地，这可能会造成自然湿地变化规模与其他研究结果不一致。另外，由于在土地调查技术规程中，并没有调查森林沼泽、灌丛沼泽以及草甸沼泽等湿地类型，造成这一部分数据有所欠缺，将来还需结合湿地专项调查数据对研究进一步完善。

4.2 结论

(1)人工湿地被建设占用是湖南省湿地面积减少的主要原因。在2009~2013年间耕地占补平衡政策并未严格管控耕地被建设占用的规模，导致湖南湿地净减少27571.72 hm²，占湖南省湿地净减少总面积的78.19%。

(2)水田占补平衡政策有效控制了湖南省湿地面积减少，但是在一定程度上却刺激了自然湿地转为耕地。因2014年水田占补平衡政策实施后，2014~2018年湖南湿地面积净减少9503.27 hm²，是湖南省湿地净减少总面积的59.29%。但是，2014~2018年自然湿地净减少的规模占湿地净减少的57.52%，比2009~2013年增加了27.4%。

(3)从空间上分析,由于城市建设占用人工湿地的原因,长沙市、湘潭市、常德市等发达的市区是湿地减少较大的区域,其主要是由于城市建设占用人工湿地,而洞庭湖周边地区则是自然湿地减少较大的地区。此外,与2009~2013年相比,耕地与湿地均实现占补平衡的县级行政区增加了14个,而其他两种类型的行政区个数有所减少,这说明水田占补平衡政策在数量方面,是有助于耕地与湿地的协调保护的。

(4)由于耕地占补平衡政策的实施,湖南省2009、2013和2018年LDI指数分别为3.5463、3.5595和3.5640。这说明湖南省湿地受到人类活动干扰程度越来越大,其质量呈现持续下降的趋势。

参考文献

- [1] 陆文彬,吴群,郭贯成,等.我国耕地变化及其成因的研究——从耕地保护的体制与政策角度分析[J].国土资源科技管理,2007,24(2):7-11. LU W B, WU Q, GUO G C, et al. An analysis of farmland transformation in China and causes: From the angle of farmland protection system and policy [J]. Scientific and Technological Management of Land and Resources, 2007, 24(2):7-11.
- [2] LICHTENBERG E, DING C. Assessing farmland protection policy in China [J]. Land Use Policy, 2008, 25(1):59-68.
- [3] 蒋瑜,濮励杰,朱明,等.中国耕地占补平衡研究进展与述评[J].资源科学,2019,41(12):2342-2355. JIANG Y, PU L J, ZHU M, et al. Progress and review of the research of farmland requisition-compensation balance in China [J]. Resources Science, 2019, 41(12):2342-2355.
- [4] 汤怀志,桑玲玲,郇文聚.我国耕地占补平衡政策实施困境及科技创新方向[J].中国科学院院刊,2020,35(5):637-644. TANG H Z, SANG L L, YUN W J. China's cultivated land balance policy implementation dilemma and direction of scientific and technological innovation [J]. Bulletin of Chinese Academy of Sciences, 2020, 35(5):637-644.
- [5] LIU X, ZHAO C, SONG W. Review of the evolution of cultivated land protection policies in the period following China's reform and liberalization [J]. Land Use Policy, 2017, 67:660-669.
- [6] 王梅农,刘旭,王波.我国耕地占补平衡政策的变迁及今后走向[J].安徽农业科学,2010,38(33):19034-19037,19059. WANG M N, LIU X, WANG B. Changing and developing trend of the farmland requisition-compensation balance policy in China [J]. Journal of Anhui Agricultural Sciences, 2010, 38(33):19034-19037, 19059.
- [7] 谭永忠,吴次芳,王庆日,等.“耕地总量动态平衡”政策驱动下中国的耕地变化及其生态环境效应[J].自然资源学报,2005,20(5):727-734. TAN Y Z, WU C F, WANG Q R, et al. The change of cultivated land and ecological environment effects driven by the policy of dynamic equilibrium of the total cultivated land [J]. Journal of Natural Resources, 2005, 20(5):727-734.
- [8] 郑海霞,封志明.中国耕地总量动态平衡的数量和质量分析[J].资源科学,2003,25(5):33-39. ZHENG H X, FENG Z M. The quantity and quality analysis on dynamic equilibrium of the total cultivated land in China [J]. Resources Science, 2003, 25(5):33-39.
- [9] 王秀芬,陈百明,毕继业.新形势下中国耕地总量动态平衡分析[J].资源科学,2005,27(6):28-33. WANG X F, CHEN B

M, BI J Y. Dynamic equilibrium of the total cultivated land in China in a new situation [J]. Resources Science, 2005, 27(6):28-33.

[10] 孙蕊, 孙萍, 吴金希, 等. 中国耕地占补平衡政策的成效与局限 [J]. 中国人口·资源与环境, 2014, 24(3):41-46. SUN R, SUN P, WU J X, et al. Effectiveness and limitations of cultivated land requisition-compensation balance policy in China [J]. China Population, Resources and Environment, 2014, 24(3):41-46.

[11] 许丽丽, 李宝林, 袁焯城, 等. 2000-2010年中国耕地变化与耕地占补平衡政策效果分析 [J]. 资源科学, 2015, 37(8):1543-1551. XU L L, LI B L, YUAN Y C, et al. Changes in China's cultivated land and the evaluation of land requisition-compensation balance policy from 2000 to 2010 [J]. Resources Science, 2015, 37(8):1543-1551.

[12] SONG W, PIJANOWSKI B C. The effects of China's cultivated land balance program on potential land productivity at a national scale [J]. Applied Geography, 2014, 46:158-170.

[13] 谭明智. 严控与激励并存: 土地增减挂钩的政策脉络及地方实施 [J]. 中国社会科学, 2014(7):125-142, 207. TAN M Z. Strict control and incentive: Evolution of the policy of linking decrease of arable land with increase of construction land and its local implementation [J]. Social Sciences in China, 2014(7):125-142, 207.

[14] 曹飞. 城镇化进程中的耕地占补平衡制度: 困境与创新 [J]. 社会科学辑刊, 2015(5):120-125. CAO F. Balance system of cultivated land occupation and compensation in the process of urbanization: Dilemma and innovation [J]. Social Science Journal, 2015(5):120-125.

[15] 岳永兵, 刘向敏. 耕地占补平衡制度存在的问题及完善建议 [J]. 中国国土资源经济, 2013, 26(6):13-16. YUE Y B, LIU X M. Some problems in the balance of arable land system and sound recommendations [J]. Natural Resource Economics of China, 2013, 26(6):13-16.

[16] 喻锋. 对完善耕地占补平衡制度的几点思考 [J]. 国土资源情报, 2011(10):19-21. YU F. Some thoughts on perfecting the balance system of farmland occupation and compensation [J]. Land and Resources Information, 2011(10):19-21.

[17] WONDIE A. Ecological conditions and ecosystem services of wetlands in the Lake Tana Area, Ethiopia [J]. Ecohydrology & Hydrobiology, 2018, 18(2):231-244.

[18] 易阿岚, 王钧. 上海市湿地景观格局时空演变与驱动机制的量化研究 [J]. 生态学报, 2021, 41(7):2622-2631. YI A L, WANG J. Quantitative study on spatio-temporal evolution and mechanisms of wetland landscape patterns in Shanghai [J]. Acta Ecologica Sinica, 2021, 41(7):2622-2631.

[19] HU S, NIU Z, CHEN Y, et al. Global wetlands: Potential distribution, wetland loss, and status [J]. Science of the Total Environment, 2017, 586:319-327.

[20] 曹善浩, 王志强, 刘贤赵, 等. 1956年以来9个时期湖南省湿地动态研究 [J]. 湿地科学, 2020, 18(1):54-61. CAO S H, WANG Z Q, LIU X Z, et al. Dynamics of wetlands in Hunan Province for 9 periods since 1956 [J]. Wetland Science, 2020, 18(1):54-61.

-
- [21] 宫宁, 牛振国, 齐伟, 等. 中国湿地变化的驱动力分析 [J]. 遥感学报, 2016, 20(2):172-183. GONG N, NIU Z G, QI W, et al. Driving forces of wetland change in China [J]. Journal of Remote Sensing, 2016, 20(2):172-183.
- [22] 胡盼盼, 李锋, 胡聃, 等. 珠三角城市群湿地景观格局变化及其驱动因素分析 [J]. 环境工程技术学报, 2021, 11(3):418-427. HU P P, LI F, HU D, et al. Change of wetland landscape patterns and its driving factors in Pearl River Delta urban agglomeration [J]. Journal of Environmental Engineering Technology, 2021, 11(3):418-427.
- [23] CHENG F Y, VAN METER K J, BYRNES D K, et al. Maximizing US nitrate removal through wetland protection and restoration [J]. Nature, 2020, 588(7839):625-630.
- [24] LIU T, YU L, BU K, et al. Seasonal local temperature responses to paddy field expansion from rain-fed farmland in the cold and humid Sanjiang plain of China [J]. Remote Sensing, 2018, 10(12):2009.
- [25] MAO D, WANG Z, WU J, et al. China's wetlands loss to urban expansion [J]. Land Degradation & Development, 2018, 29(8):2644-2657.
- [26] 罗晓虹, 王莹燕, 王舒, 等. 1990-2015年三峡库区重庆段水田时空分布及演变特征 [J]. 中国农业资源与区划, 2022, 43(1):71-80. LUO X H, WANG Y Y, WANG S, et al. Spatiotemporal and evolutionary characteristics of paddy field in the Three Gorges Reservoir of Chongqing from 1990 to 2015 [J]. Chinese Journal of Agricultural Resources and Regional Planning, 2022, 43(1):71-80.
- [27] 湖南省第三次国土调查领导小组办公室、湖南省自然资源厅、湖南省统计局. 湖南省第三次国土调查主要数据公报 [EB/OL] http://www.kaifu.gov.cn/sj kf/sj kf/sj f1/gt/202112/t20211216_10396773.html, 2021-12-07.
- [28] 刘勇, 周灿英. 湖南省湿地保护率达75.73% [EB/OL]. http://www.hunan.gov.cn/hnyw/zwdt/201902/t20190203_5271564.html, 2019-02-03.
- [29] 陆雄文. 管理学大辞典 [Z]. 上海: 上海辞书出版社, 2013. LU X W. Advanced dictionary of management [Z]. Shanghai: Shanghai Lexicographical Publishing House, 2013.
- [30] 魏雪, 刘黎明, 张定祥, 等. 湖南省水田占补平衡政策实施绩效评价 [J]. 中国土地科学, 2022, 36(1):57-67. WEI X, LIU L M, ZHANG D X, et al. Performance evaluation on the policy of balancing paddy field occupation and reclamation in Hunan Province [J]. China Land Science, 2022, 36(1):57-67.
- [31] BROWN M T, BENJAMIN VIVAS M. Landscape development intensity index [J]. Environmental Monitoring and Assessment, 2005, 101(1):289-309.
- [32] 张明明, 张黎俊, 粟海军, 等. 草海国家级自然保护区景观格局变化与景观发展强度研究 [J]. 生态与农村环境学报, 2019, 35(3):300-306. ZHANG M M, ZHANG L J, SU H J, et al. Study on the landscape pattern changes and the landscape development intensity of Caohai national nature reserve, Guizhou [J]. Journal of Ecology and Rural Environment, 2019, 35(3):300-306.
- [33] 郭子良, 张曼胤, 刘魏魏, 等. 三个时期河北衡水湖国家级自然保护区景观格局和保护成效分析 [J]. 湿地科学,

2021, 19(2):170-177. GUO Z L, ZHANG M Y, LIU W W, et al. Landscape pattern and conservation efficacy analysis of Hengshui Lake national nature reserve, Hebei during three periods [J]. *Wetland Science*, 2021, 19(2):170-177.

[34] 崔丽娟, 雷茵茹, 张曼胤, 等. 小微湿地研究综述: 定义、类型及生态系统服务 [J]. *生态学报*, 2021, 41(5):2077-2085. CUI L J, LEI Y R, ZHANG M Y, et al. Review on small wetlands: Definition, typology and ecological services [J]. *Acta Ecologica Sinica*, 2021, 41(5):2077-2085.